

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Patentschrift
⑪ DE 37 10221 C2

②① Aktenzeichen: P 37 10 221.4-52
②② Anmeldetag: 27. 3. 87
④③ Offenlegungstag: 8. 10. 87
④⑤ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 19. 7. 90

⑤① Int. Cl. 5:
G01N 27/416
G 01 N 37/00
F 02 D 41/22

DE 37 10221 C2

Best Available Copy

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

③① Unionspriorität: ③② ③③ ③④
27.03.86 JP P 61-69096

⑦③ Patentinhaber:
Honda Giken Kogyo K.K., Tokio/Tokyo, JP

⑦④ Vertreter:
Weickmann, H., Dipl.-Ing.; Fincke, K., Dipl.-Phys.
Dr.; Weickmann, F., Dipl.-Ing.; Huber, B.,
Dipl.-Chem.; Liska, H., Dipl.-Ing. Dr.-Ing.; Prechtel,
J., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte, 8000
München

⑦② Erfinder:
Mieno, Toshiyuki; Nakajima, Toyohi; Okada,
Yasushi; Oono, Nobuyuki, Wako, Saitama, JP

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE-OS 25 41 823
DE-OS 25 30 849

⑤④ Abnormalitätsdetektions-Verfahren für einen Sauerstoffkonzentrationssensor einer
Luft/Brennstoff-Verhältnissteuereinrichtung einer Brennkraftmaschine

DE 37 10221 C2

FIG. 1

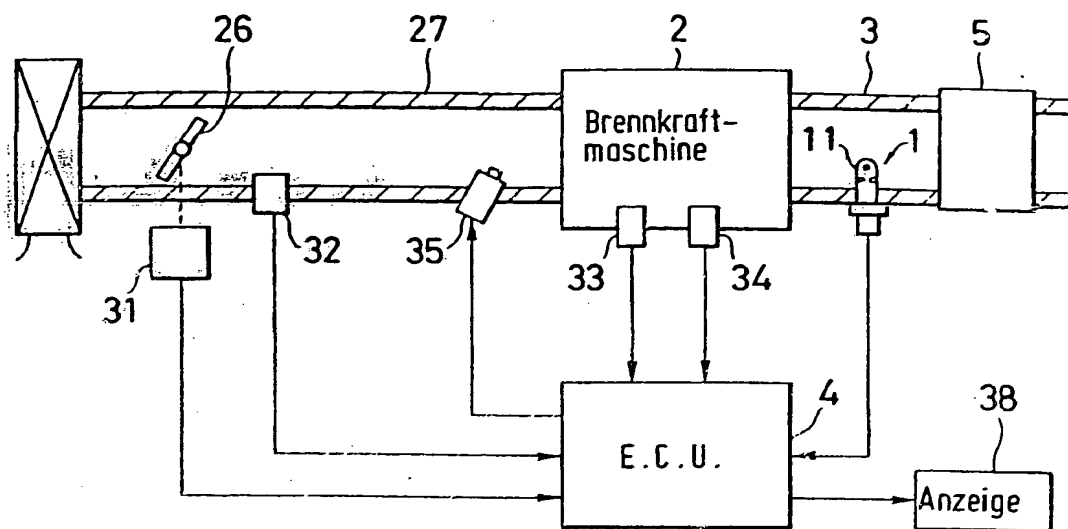
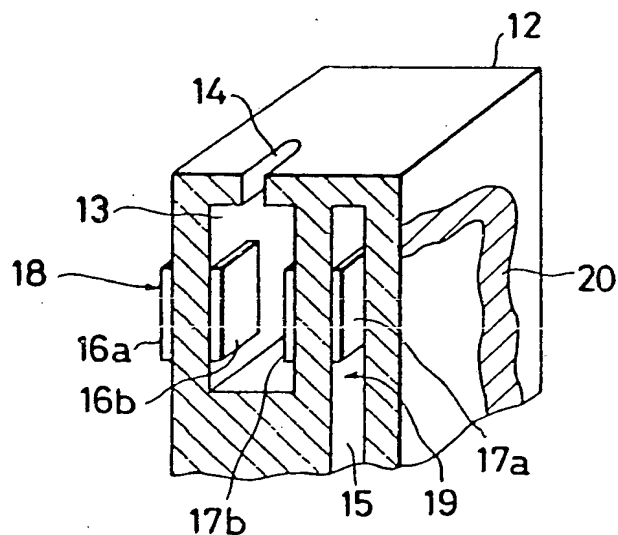


FIG. 2



Brennkraftmaschine zuzuführenden Gemisches eingesetzt. Das vom Sauerstoffkonzentrationsensor abgegebene elektrische Signal, das sich bei dem stöchiometrischen Luft/Brennstoff-Verhältnis abrupt ändert, wird einem Komparator zugeleitet. Der Komparator erzeugt zwei Ausgangssignale, von denen das erste höher wird, wenn das elektrische Abgabesignal einen Bezugswert überschreitet, und das letztgenannte höher wird, wenn das elektrische Abgabesignal unter einen Bezugswert fällt. Wenn das erste Abgabesignal während einer vorbestimmten Zeitperiode im Vergleich zu dem Zeitpunkt höher wird, zu dem das zweite Abgabesignal ansteigt, dann wird ein Kondensator über einen Rückstelltransistor entladen. Wenn bei diesem Sauerstoffkonzentrationsensor sich sein Ansprechverhalten im Sinne einer Verschlechterung verändert hat, so verändert sich das Abgabesignal hinsichtlich einer Größe entsprechend der dort gezeigten Wellenformen. Hierdurch wird ein Zeitsteuertransistor vor dem Anstieg des zweiten Abgabesignals leitend, so daß verhindert wird, daß der Transistor leitend wird. Der Kondensator wird daher nicht entladen und die Spannung am Kondensator überschreitet einen vorbestimmten Wert, so daß der Komparator einen Ausgang mit einem hohen Pegel liefert, der mittels einer zugeordneten Schaltung beibehalten wird. Durch dieses Abgabesignal von der Schaltung wird dann eine Alarmeinrichtung angetrieben. Wenn der Sauerstoffkonzentrationsensor versagt, steigt die Spannung auf einen Alarmpegel an, so daß auch dieser Zustand der Bedienungsperson zur Kenntnis gebracht wird.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Abnormalitätsdetektions-Verfahren für einen Sauerstoffsensor einer Luft/Brennstoff-Verhältnissteuereinrichtung einer Brennkraftmaschine der im Oberbegriff des Anspruchs 1 umrissenen Art bereitzustellen, bei dem eine Abnormalität bzw. ein Ausfall des Sauerstoffkonzentrationsensors zuverlässig und eindeutig festgestellt werden kann. Bei den Abnormalitäten handelt es sich insbesondere um Kurzschlußzustände an den Elektrodenpaaren und/oder offene Schaltungen bzw. unterbrochene Schaltungen zu denselben.

Diese Aufgabe wird nach der Erfindung mit dem Abnormalitätsdetektions-Verfahren für einen Sauerstoffkonzentrationsensor einer Luft/Brennstoff-Verhältnissteuereinrichtung einer Brennkraftmaschine gelöst, das im Patentanspruch 1 wiedergegeben ist.

Beim erfindungsgemäßen Abnormalitätsdetektions-Verfahren wird somit eine Störung bzw. ein Ausfallen oder eine Abnormalität des Sauerstoffkonzentrationsensors dann angenommen, wenn die nachfolgend angegebenen Zustände im Betriebsablauf festgestellt werden. Im ersten Zustand ist die Sensorspannung niedriger als die Bezugsspannung und/oder die Pumpspannung ist größer als ein kritischer Wert. Im zweiten Zustand überschreitet der Luft/Brennstoff-Verhältniskompensationswert einen kritischen Wert und/oder es tritt ein fetter Gemischbereich auf. Beim Verfahren nach der Erfindung wird somit eine Abnormalität des Sauerstoffkonzentrationsensors nicht mehr auf der Basis der Abgabesignale desselben, sondern auch unter Berücksichtigung zugeordneter Parameter, wie den Luft/Brennstoff-Verhältniskompensationswert oder entsprechende Brennkraftmaschinenparameter festgestellt. Hierdurch läßt sich die Abnormalität bzw. das abnormale Arbeiten des Sauerstoffsensors genau und zuverlässig feststellen, so daß entsprechende Gegenmaßnahmen bei der Steuerung des Luft/Brennstoff-Verhältnisses der Brenn-

kraftmaschine zuzuführenden Gemisches getroffen werden können.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Patentansprüchen 2 bis 6 wiedergegeben.

Die Erfindung wird nachstehend unter Bezugnahme auf die beigelegte Zeichnung anhand einer bevorzugten Ausführungsform näher erläutert. Darin zeigt

Fig. 1 ein Diagramm zur Verdeutlichung einer elektronischen Brennstoffeinspritzsteuereinrichtung mit einem Sauerstoffkonzentrationsensor, bei dem das Abnormalitätsdetektions-Verfahren eingesetzt wird,

Fig. 2 eine schematische Ansicht zur Verdeutlichung der Bauteile eines Sauerstoffkonzentrationsensors,

Fig. 3 ein Blockschaltbild der Funktionsteile einer ECU (Elektronischen Steuereinheit), und

Fig. 4a und 4b Flußdiagramme zur Erläuterung der Arbeitsweise einer CPU (zentralen Verarbeitungseinheit).

Fig. 1 bis 3 zeigen eine elektronische Brennstoff- bzw. Kraftstoffsteuereinrichtung für eine Brennkraftmaschine, die einen Sauerstoffkonzentrationsensor 1 enthält, dessen Abnormalität detektiert werden soll. In dieser Einrichtung ist ein Sauerstoffkonzentrationsensor 1 in einer Abgasleitung 3 einer Brennkraftmaschine 2 stromauf eines katalytischen Konverters 5 angeordnet. Die Eingänge und Ausgänge des Sauerstoffkonzentrationsensors 1 sind mit einer ECU (Elektronische Steuereinheit) 4 verbunden.

Im Schutzgehäuse 11 des Sauerstoffkonzentrationsensors 1 ist ein Sauerstoffionen-leitendes Feststoffelektrolytelement 12 angeordnet, das beispielsweise eine etwa rechteckige Gestalt der in Fig. 2 gezeigten Form haben kann. Eine Gasaufnahmekammer 13 ist im Innern des Feststoffelektrolytelements 12 ausgebildet und steht über eine Einführungsöffnung 14 mit dem Abgas an der Außenseite des Feststoffelektrolytelements 12 in Verbindung, das das zu untersuchende Gas bildet. Die Einführungsöffnung 14 ist derart angeordnet, daß das Abgas unbehindert von dem Inneren der Abgasleitung in die Gasaufnahmekammer 13 strömen kann. Zusätzlich ist eine Atmosphärenbezugschammer 15 in dem Feststoffelektrolytelement 12 ausgebildet, in die Umgebungsluft eingeleitet wird. Die Atmosphärenbezugschammer 15 ist von der Gasaufnahmekammer 13 durch einen Teil des Feststoffelektrolytelements 12 getrennt, der als eine Trennwand dient. Wie gezeigt sind Elektrodenpaare 17a, 17b und 16a, 16b jeweils auf der Trennwand zwischen der Gasaufnahmekammer 13 und der Atmosphärenbezugschammer 15 und auf beiden Seiten der von der Kammer 15 abgelegenen Wand der Kammer 13 angeordnet. Das Feststoffelektrolytelement 12 arbeitet in Verbindung mit dem Elektrodenpaar 16a und 16b als ein Sauerstoffpumpelement 18 und arbeitet in Verbindung mit dem Elektrodenpaar 17a, 17b als ein Sensorzelelement 19. Ein Heizelement 20 ist auf der Außenfläche der Atmosphärenbezugschammer 15 angebracht.

Das Sauerstoffionen-leitende Feststoffelektrolytelement 12 kann beispielsweise aus ZrO_2 (Zirkondioxid) ausgebildet sein, während die Elektrodenpaare 16a bis 17b jeweils aus Platin bestehen.

Wie in Fig. 3 gezeigt ist, weist die ECU 4 einen Sauerstoffkonzentrationsensorsteuerteil auf, der einen Differentialverstärker 21, eine Bezugsspannungsquelle 22 und Widerstände 23 und 24 umfaßt. Die Elektrode 16b des Sauerstoffpumpelements 18 und die Elektrode 17b des Sensorzelelements 19 sind jeweils an Masse gelegt und die Elektrode 17a des Sensorzelelements 19

Die Erfindung betrifft ein Abnormalitätsdetektions-Verfahren für einen Sauerstoffkonzentrationsensor einer Luft/Brennstoff-Verhältnissteuereinrichtung einer Brennkraftmaschine gemäß den Merkmalen des Oberbegriffs des Patentanspruchs 1.

Zur Abgasreinigung und zur Verbesserung des Kraftstoffverbrauchs einer Brennkraftmaschine ist es üblich, einen Sauerstoffkonzentrationsensor vorzusehen, welcher die Konzentration des Sauerstoffs im Abgas feststellt, um eine Prozeßsteuerung vorzunehmen, bei der das Luft/Brennstoff-Verhältnis des der Brennkraftmaschine zuzuführenden Gemisches unter Rückkopplung derart gesteuert wird, daß das Luft/Brennstoff-Verhältnis auf einem Soll-Wert bleibt. Diese Prozeßsteuerung erfolgt in Abhängigkeit von einem Abgabesignal von dem Sauerstoffkonzentrationsensor.

Aus der JP-OS 52-72 286 ist ein Sauerstoffkonzentrationsensor zur Verwendung in Verbindung mit einer Luft/Brennstoff-Verhältnissteuerung bekannt, wobei der Sauerstoffkonzentrationsensor ein Abgabesignal liefert, dessen Wert sich in Abhängigkeit von der Sauerstoffkonzentration im Brennkraftmaschinenabgas ändert. Hieraus ist ein Sauerstoffkonzentrationsensor mit dem Aufbau bekannt, der im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 umrissen ist. Der Stromfluß zwischen dem Elektrodenpaar ist ein Grenzstromwert, der im wesentlichen konstant ist, d. h. im wesentlichen unbeeinflusst durch Änderungen der anliegenden Spannung ist, und der proportional zur Sauerstoffkonzentration in dem zu messenden Abgas ist. Somit läßt sich mit der Größe dieses Grenzstromes die Sauerstoffkonzentration in dem zu messenden Abgas erfassen. Wenn jedoch dieser Sauerstoffkonzentrationsensor genutzt wird, um das Luft/Brennstoff-Verhältnis des der Brennkraftmaschine zuzuführenden Gemisches zu steuern, indem die Sauerstoffkonzentration in dem Brennkraftmaschinenabgas gemessen wird, so läßt sich das Luft/Brennstoff-Verhältnis nur auf einen solchen Wert steuern, der im mageren Bereich in Relation zum stöchiometrischen Luft/Brennstoff-Verhältnis ist. Wenn ein Soll-Wert für ein Luft/Brennstoff-Verhältnis bei der Steuerung aufrechterhalten werden soll, der im fetten Bereich liegt, so kann dies bei dieser Anordnung nicht vorgenommen werden.

In der JP-OS 59-1 92 955 ist ein weiterer Sauerstoffkonzentrationsensor der eingangs genannten Art bekannt, der ein Abgabesignal liefert, das sich im Verhältnis zur Sauerstoffkonzentration im Brennkraftmaschinenabgas ändert und sowohl für den mageren als auch für den fetten Bereich des Luft/Brennstoff-Verhältnisses geeignet ist. Dieser Sauerstoffkonzentrationsensor weist zwei Sauerstoffionen-leitende Feststoffelektrolytelemente auf, die jeweils in Form einer ebenen Platte ausgebildet sind und die jeweils mit einem Elektrodenpaar versehen sind. Zwei gegenüberliegende Elektrodenflächen, d. h. eine Fläche jedes Feststoffelektrolytelements, bildet ein Teil einer Gasaufnahmechamber, die über eine Einführungsöffnung in Verbindung mit einem zu messenden Abgas steht. Die andere Elektrode des einen Feststoffelektrolytelements steht unter Atmosphärenbedingungen. Hierbei wirken eines der Feststoffelektrolytelemente und sein Elektrodenpaar als ein Sauerstoffkonzentrationsverhältnis-Sensorzelement, während das andere Feststoffelektrolytelement und sein Elektrodenpaar als ein Sauerstoffpumpelement wirken. Hierbei erhält man einen Stromflußwert zwischen dem Elektrodenpaar des Sauerstoffpumpele-

ments, der sich im Verhältnis zur Sauerstoffkonzentration im Abgas ändert, und zwar sowohl im fetten als auch im mageren Bereich des Luft/Brennstoff-Verhältnisses. Wenn jedoch bei einem solchen Sauerstoffkonzentrationsensor eine Abnormalität auftritt, so lassen sich nicht nur die gewünschten Sauerstoffkonzentrationswerte nicht mehr erfassen, sondern aufgrund der wirkungsmäßigen Verknüpfung mit der Steuerung des Luft/Brennstoff-Verhältnisses des der Brennkraftmaschine zuzuführenden Gemisches läßt sich auch die Steuerung dieses Verhältnisses nicht mehr genau vornehmen, so daß sich hierbei die Schwierigkeit ergibt, daß die Wirkung der Abgasreinigung absinkt und die Steuereffizienz für das Luft/Brennstoff-Verhältnis des der Brennkraftmaschine zuzuführenden Abgases herabgesetzt wird.

Aus der DE-OS 25 41 823 und der DE-OS 25 30 849 sind Sauerstoffkonzentrationsensoren bekannt, die sogenannte $\lambda = 1$ Sensoren ausgelegt sind. Ein solcher Sauerstoffkonzentrationsensor dieser Bauart liefert einen Ausgang, dessen Pegel sich abrupt bei dem stöchiometrischen Luft/Brennstoff-Verhältnis ändert, und der im wesentlichen ein elektrisches Signal liefert, das entsprechend dem Vorhandensein oder dem Fehlen der Sauerstoffkomponente in den Abgasen zwei Spannungswerte einnehmen kann. Bei einer solchen Bauform wird kein Heizelement benötigt. Das in der DE-OS 25 41 823 beschriebene Detektorsystem zum Feststellen des Ausfalls eines Abgassensors in einem Kraftstoffeinspritzsystem einer Brennkraftmaschine ist derart ausgelegt, daß der Abgassensor bzw. der Sauerstoffkonzentrationsensor der vorstehend genannten Bauart ein elektrisches Signal liefert, das zwei Spannungswerte annehmen kann. Das Kraftstoffeinspritzsystem hat eine Übergangsintervall-Anzeigeeinrichtung, die einen Kondensator enthält. Die Spannung am Kondensator steigt mit dem Änderungsintervall des Ausgangssignales vom Abgassensor an, wobei ein Transistor in den leitenden Zustand überführt wird und dann ein Signal von einer Ausfall-Sperreinrichtung einen Zeitgeber ansteuert. Der Zeitgeber unterbindet das Arbeiten einer Einspritzsteuereinrichtung, um eine Fehlzündung der Brennkraftmaschine zu erzeugen und hierdurch die Störung, wie das Versagen des Sauerstoffkonzentrationsensors der Bedienungsperson anzuzeigen. Zur Überwachung der Spannung am Kondensator lediglich während eines vorbestimmten Brennkraftmaschinenbetriebszustandes ist eine Teststeuerschaltung vorgesehen, die ein Testfreigabesignal liefert, wenn die Brennkraftmaschine einen vorbestimmten Brennkraftmaschinenbetriebszustand einnimmt. Der Brennkraftmaschinenbetriebszustand, der von der Teststeuerschaltung bestimmt wird, ist ein Zustand, bei dem die Bedingung erfüllt ist, daß die Brennkraftmaschinentemperatur höher als eine vorbestimmte Temperatur ist, eine ausreichend lange Zeitperiode für einen Belastungszustand verstrichen ist, so daß die thermische Zeitkonstante der Elemente in Betriebsbereitschaft für die Brennstoffversorgung der Brennkraftmaschine sind, und daß die Brennkraftmaschine stabil arbeitet. Bei diesem speziell hierdurch berücksichtigten Brennkraftmaschinenbetriebszustand handelt es sich somit um den Leerlaufzustand der warmgelaufenen Brennkraftmaschine.

Bei dem aus der DE-OS 25 30 849 bekannten System zum Feststellen des Versagens eines Abgassensors, bei dem es sich ebenfalls um einen sogenannten $\lambda = 1$ -Sensor handelt, wird dieser auch in Verbindung mit der Steuerung des Luft/Brennstoff-Verhältnisses der

ist über den Widerstand 24 mit einer Versorgungsspannung V_{cc} verbunden. Die Elektrode 17a ist auch mit einem Eingangsanschluß des Differentialverstärkers 21 verbunden, der eine Abgabespannung nach Maßgabe der Differenz zwischen einer Spannung, die sich an dem Elektrodenpaar 17a und 17b des Sensorzelelements 19 einstellt, und der Abgabespannung von der Bezugsspannungsquelle 22 liefert. Die Abgabespannung von der Bezugsspannungsquelle 22 ist ein Wert, der einem stöchiometrischen Luft/Brennstoff-Verhältnis entspricht (beispielsweise 0,4 V). Der Ausgangsanschluß des Differentialverstärkers 21 ist über einen Stromsensorwiderstand 23 mit der Elektrode 16a des Sauerstoffpumpelements 18 verbunden. Die Anschlüsse des Sauerstoffsensorenwiderstandes 23 umfassen ein Ausgangsanschlußpaar des Sauerstoffkonzentrationsensors und sind mit einem Mikroprozessor verbunden, der die Steuerschaltung 25 enthält.

Ein Drosselklappenöffnungssensor 31, der eine Abgabespannung nach Maßgabe des Öffnungsgrades der Drosselklappe 26 liefert, und der als ein Potentiometer ausgelegt sein kann, ist mit der Steuerschaltung 25 verbunden, mit der auch ein Absolutdrucksensor 32 verbunden ist, der in der Einlaßleitung 27 an einer Stelle stromauf von der Drosselklappe 26 angeordnet ist und der eine Abgabespannung liefert, deren Pegel sich nach Maßgabe des Absolutdruckes in der Einlaßleitung 27 ändert. Die Steuerschaltung 25 ist auch mit einem Wassertemperatursensor 33 verbunden, der eine Abgabespannung liefert, deren Pegel sich nach Maßgabe der Temperatur des Brennkraftmaschinenkühlwassers ändert und sie ist ferner mit einem Kurbelwinkelsensor 34 verbunden, der ein Signal liefert, das aus aufeinanderfolgenden Impulsen besteht, die jeweils synchron mit der Drehung der Kurbelwelle (in der Zeichnung nicht gezeigt) der Brennkraftmaschine 2 erzeugt werden. Die Steuerschaltung 25 ist auch mit einer Einspritzeinrichtung 35 verbunden, die in die Einlaßleitung 27 in der Nähe der Einlaßventile (in der Zeichnung nicht gezeigt) der Brennkraftmaschine 2 mündet.

Die Steuerschaltung 25 enthält einen Analog/Digital (A/D)-Wandler 30 zum Umwandeln der Spannung V_s , die zwischen dem Elektrodenpaar 17a und 17b des Sensorzelelements 19 erzeugt wird, in ein digitales Signal, und einen A/D-Wandler 40, der die am Stromsensorwiderstand 23 als ein Differentialeingang erzeugte Spannung erhält und diese Spannung in ein digitales Signal umwandelt. Die Steuerschaltung 25 enthält auch eine Pegelkonverterschaltung 41, die eine Pegelumwandlung jedes der Abgabesignale von dem Drosselklappenöffnungssensor 31, dem Absolutdrucksensor 32 und dem Wassertemperatursensor 33 vornimmt. Die erhaltenen Pegel-konvertierten Signale von der Pegelkonverterschaltung 41 liegen als Eingänge an einem Multiplexer 42 an. Die Regelschaltung 25 enthält auch einen A/D-Wandler 43, der die Abgabesignale von dem Multiplexer 42 in digitale Signale umwandelt, eine Wellenform-Formungsschaltung 44, die eine Wellenform-Formung der Abgabesignale von dem Kurbelwinkelsensor 34 vornimmt, um TDC (oberer Totpunkt) Signalimpulse als Ausgang zu liefern, und ferner enthält sie einen Zähler 45, der die Anzahl der Taktimpulse (die von einer Taktimpulserzeugungsschaltung, die in der Zeichnung nicht gezeigt ist, erzeugt werden) während jedes Intervalls zwischen aufeinanderfolgenden TDC-Impulsen von der Wellenform-Formungsschaltung 44 zählt. Die Steuerschaltung 25 enthält ferner eine Treiberschaltung 46a für das Betreiben der Einspritzeinrich-

tung 35, eine Musteranzeigetreiberschaltung 46b zum Betreiben einer Musteranzeigeeinheit 38, eine CPU (zentrale Verarbeitungseinheit) 47 für die Ausführung von digitalen Operationen nach Maßgabe eines Programmablaufes, einen ROM (Festwertspeicher) 48, der verschiedene Verarbeitungsprogramme und Daten darin gespeichert hat, und einen RAM (Random-Speicher) 49. Die A/D-Wandler 39, 40 und 43, der Multiplexer 42, der Zähler 45, die Treiberschaltungen 46a, 46b, die CPU 47, der ROM 48 und der RAM 49 sind wechselweise über Eingabe/Ausgabe-Busleitungen 50 verbunden. Das TDC-Signal wird von der Wellenform-Formungsschaltung 44 an die CPU 47 angelegt. Die Steuerschaltung 25 enthält auch eine Heizstromversorgungsschaltung 51, die beispielsweise ein Schaltelement enthalten kann, das auf einen Heizstromversorgungsbefehl von der CPU 47 antworten kann, um eine Spannung an die Anschlüsse des Heizelementes 20 anzulegen, so daß ein Heizstrom zugeführt und das Heizelement 20 erwärmt wird.

Die zwischen dem Elektrodenpaar 17a und 17b des Sensorzelelements 19 sich einstellende Spannung V_s , die von dem A/D-Wandler 39 übertragen wird, die Daten die einen Pumpstromwert I_p darstellen und dem durch das Sauerstoffpumpelement 18 fließenden Strom entsprechen, die vom A/D-Wandler 40 zusammen mit Daten übertragen werden, die einen Drosselklappenöffnungsgrad ϕ_{TH} darstellen, Daten, die den Absolutdruck P_{BA} in der Einlaßleitung wiedergeben und Daten, die die Kühlwassertemperatur T_w wiedergeben und die jeweils ausgewählt und über den A/D-Wandler 43 zugeführt werden, liegen an der CPU 47 über die I/O-Busleitung 50 an. Zusätzlich wird ein Zählwert vom Zähler 45, den man während jeder Periode der TDC-Impuls erhält, ebenfalls an die CPU 47 über die I/O-Busleitung 50 angelegt. Die CPU 47 nimmt eine Einlesung aller dieser Daten nach Maßgabe eines Verarbeitungsprogrammes vor, das im ROM 48 gespeichert ist, und ermittelt ein Kraftstoffeinspritzintervall T_{OUT} für die Einspritzeinrichtung 35 auf der Basis dieser Daten nach Maßgabe einer Brennstoffeinspritzmenge für die Brennkraftmaschine 2, die aus vorbestimmten Gleichungen ermittelt wird. Diese Berechnungen erfolgen mit Hilfe eines Brennstoffversorgungsprogramms, das synchron mit dem TDC-Signal ausgeführt wird. Die Einspritzeinrichtung 35 wird dann über die Treiberschaltung 46a während der Dauer des Kraftstoffeinspritzzeitintervalles T_{OUT} aktiviert, um Brennstoff der Brennkraftmaschine zuzuführen.

Das Kraftstoffeinspritzzeitintervall T_{OUT} kann man beispielsweise aus der folgenden Gleichung erhalten:

$$T_{OUT} = T_i \times K_{02} \times K_{WOT} \times K_{TW} \quad (1)$$

Bei der vorstehend genannten Gleichung ist T_i die Grundzufuhrmenge, die nach Maßgabe der Brennkraftmaschinendrehzahl N_e und dem Absolutdruck P_{BA} in der Einlaßleitung bestimmt wird und die ein Grundeinspritzzeitintervall darstellt. K_{02} ist ein Regelkompensationskoeffizient für das Luft/Brennstoff-Verhältnis, das nach Maßgabe des Abgabesignalpegels von dem Sauerstoffkonzentrationsensor eingestellt werden kann. K_{WOT} ist ein Brennstoffmengeninkrementkompensationskoeffizient, der berücksichtigt wird, wenn die Brennkraftmaschine bei hoher Belastung arbeitet. K_{TW} ist ein Kühlwassertemperaturkoeffizient. T_i , K_{02} , K_{WOT} und K_{TW} werden jeweils mit Hilfe eines Unterprogramms des Kraftstoffversorgungsprogramms gesetzt.

Wenn die Versorgung des Sauerstoffpumpelements

mit einem Pumpstrom beginnt und wenn das Luft/Brennstoff-Verhältnis des Gemisches, das der Brennkraftmaschine 2 zu diesem Zeitpunkt zugeführt wird, im mageren Bereich liegt, dann ist die Spannung, die sich an dem Elektrodenpaar 17a und 17b des Sensorzellenelements 19 einstellt, niedriger als die Abgabespannung von der Bezugsspannungsquelle 22 und als Folge hiervon ist der Abgabespannungspegel vom Differentialverstärker 21 ein positiver Wert. Die positive Spannung wird über eine Serienschaltungskombination aus Widerstand 23 und Sauerstoffpumpelement 18 angelegt. Der Pumpstrom fließt hierbei von der Elektrode 16a zu der Elektrode 16b des Sauerstoffpumpelements 18, so daß der Sauerstoff in der Gasaufnahmechamber 13 durch die Elektrode 16b ionisiert wird und durch das Innere des Sauerstoffpumpelements 18 von der Elektrode 16b wegwandert, um an der Elektrode 16a als gasförmiger Sauerstoff freigesetzt zu werden. Sauerstoff wird daher aus dem Inneren der Gasaufnahmechamber 13 abgezogen.

Als Folge dieses Sauerstoffabzuges aus der Gasaufnahmechamber 13 entsteht eine Differenz bei der Sauerstoffkonzentration zwischen dem Abgas in der Gasaufnahmechamber 13 und der Umgebungsluft in der Atmosphäre. Eine Spannung V_S wird hierbei an dem Elektrodenpaar 17a und 17b des Sensorzellenelements 19 in einer Größe erzeugt, die durch diese Differenz der Sauerstoffkonzentration bestimmt ist, und die Spannung V_S wird an den invertierenden Eingangsanschluß des Differentialverstärkers 21 angelegt. Die Abgabespannung von dem Differentialverstärker 21 ist proportional zu der Spannungsdifferenz zwischen der Spannung V_S und der von der Bezugsspannungsquelle 22 gelieferten Spannung und somit ist der Pumpstrom proportional zur Sauerstoffkonzentration im Abgas. Der Pumpstromwert wird als ein Spannungswert ausgegeben, der zwischen den Anschlüssen des Stromsensorwiderstandes 23 auftritt.

Wenn das Luft/Brennstoff-Verhältnis in dem fetten Bereich liegt, ist die Spannung V_S höher als die Abgabespannung von der Bezugsspannungsquelle 2 und daher ändert sich die Abgabespannung von dem Differentialverstärker 21 von einem positiven zu einem negativen Wert. In Abhängigkeit von diesem negativen Wert der Abgabespannung wird der Pumpstrom, der zwischen dem Elektrodenpaar 16a und 16b des Sauerstoffpumpelements 18 fließt, reduziert und die Richtung des Stromflusses wird umgekehrt. Da somit die Richtung des Flusses des Pumpstromes nunmehr von der Elektrode 16b zu der Elektrode 16a geht, wird Sauerstoff durch die Elektrode 16a ionisiert, so daß Sauerstoff als Ionen durch das Sauerstoffpumpelement 18 zu der Elektrode 16b übertragen werden, um von dort als gasförmiger Sauerstoff in die Gasaufnahmechamber 13 freigesetzt zu werden. Auf diese Weise wird Sauerstoff in die Gasaufnahmechamber 13 eingesaugt. Die Versorgung des Pumpstromes wird hierbei derart gesteuert, daß die Sauerstoffkonzentration in der Gasaufnahmechamber 13 auf einem konstanten Wert aufrechterhalten wird, indem Sauerstoff in die Gasaufnahmechamber 13 gesaugt oder von dieser abgezogen wird, so daß der Pumpstrom I_P immer proportional zur Sauerstoffkonzentration im Abgas sowohl beim Arbeiten im mageren Bereich als auch beim Arbeiten im fetten Bereich des Luft/Brennstoff-Verhältnisses ist. Der Wert des Regelkompensationskoeffizienten K_{O_2} , der vorstehend angegeben ist, wird nach Maßgabe des Pumpstromwertes I_P in einem K_{O_2} -Rechenunterprogramm ermittelt. Dieses

Unterprogramm kann beispielsweise ähnlich wie ein Programm ausgelegt sein, das in der US-PS 45 66 419 beschrieben ist. Insbesondere wird der Sauerstoffkonzentrationsdarstellungswert V_{O_2} , der in Abhängigkeit von I_P bestimmt ist, mit einem Sollwert für das Luft/Brennstoff-Verhältnis V_{ref} (der nach Maßgabe der Brennkraftmaschinenbetriebsbedingungen bestimmt wird) verglichen und wenn $V_{O_2} < V_{ref}$ ist, wird die Ermittlung $K_{O_2} - \Delta$ ausgeführt, während wenn $V_{O_2} \geq V_{ref}$ ist, die Ermittlung $K_{O_2} + \Delta$ ausgeführt wird.

Eine Arbeitsablauffolge für das Abnormalitätsdetektionsverfahren für diesen Sauerstoffkonzentrationsensor wird nachstehend unter Bezugnahme auf die Flußdiagramme der CPU 47 nach den Fig. 4a und 4b erläutert. Die Abnormalitätsdetektion ist als ein Abnormalitätsdetektionsunterprogramm des Brennstoffversorgungsprogramms dargestellt und wird daher jedesmal ausgeführt, wenn das Brennstoffversorgungsprogramm ausgeführt wird.

In diesem Arbeitsablauf ermittelt die CPU 47 zuerst, ob die Aktivierung des Sauerstoffkonzentrationsensors beendet ist oder nicht (Schritt 61). Diese Entscheidung kann beispielsweise darauf basieren, ob eine vorbestimmte Zeitdauer seit der Zuführung des Heizstromes zu dem Heizelement 20 verstrichen ist oder nicht. Wenn die Aktivierung des Sauerstoffkonzentrationsensors beendet ist, wird die Spannung V_S zwischen dem Elektrodenpaar 17a und 17b des Sensorzellenelements 19 eingelesen und es erfolgt eine Entscheidung, ob $V_S = V_{ist}$ oder nicht (Schritt 62). Wenn $V_S \neq 0[V]$, dann wird ein Zeitgeber A (in der Zeichnung nicht gezeigt) in der CPU 47 zurückgesetzt, um ein Zählen von Null aus zu beginnen. Wenn andererseits $V_S = 0[V]$, dann erfolgt eine Entscheidung, ob ein Zählwert T_A des Zeitgebers A größer als ein Zeitintervall t_0 ist oder nicht (Schritt 64). Wenn $T_A \geq t_0$, dann wird der Pumpstromwert I_P eingelesen und es erfolgt eine Entscheidung, ob I_P höher als ein oberer Grenzwert I_{PLH} ist oder nicht (Schritt 65). Wenn $I_P > I_{PLH}$, gibt dies einen Kurzschluß am Elektrodenpaar 17a und 17b des Sensorzellenelements 19 an, da ein übermäßig hoher Wert des Pumpstromes auftritt, währenddem ein Zustand von $V_S = 0[V]$ konstant aufrechterhalten wird. Daher wird ein "Sensorzellenelementkurzschluß"-Anzeigebefehl ausgegeben, um die Schaltung 46b zu aktivieren (Schritt 66). Wenn $I_P \leq I_{PLH}$, dann erfolgt eine Entscheidung, ob der Wert des Regelkompensationskoeffizienten K_{O_2} , der mit einem K_{O_2} -Berechnungsunterprogramm ermittelt worden ist, höher als ein oberer Grenzwert K_{O2LH} ist oder nicht (Schritt 67). Wenn $K_{O_2} > K_{O2LH}$, dann zeigt dies einen Zustand an, bei dem V_S kontinuierlich konstant bei 0 (V) gehalten wird, währenddem ein übermäßig hoher Pumpstrom in positiver Richtung fließt und der Regelkompensationskoeffizient K_{O_2} übermäßig hoch ist. Dieser Zustand wird als ein Kurzschluß am Elektrodenpaar 17a und 17b des Sensorzellenelements 19 beurteilt und ein "Sensorzellenelementkurzschluß"-Anzeigebefehl wird daher an die Treiberschaltung 47b abgegeben (Schritt 66).

Wenn nach dem Rücksetzen des Zeitgebers A ermittelt wird, daß der Zählerwert T_A des Zählers A noch nicht die Zeit t_0 erreicht hat oder wenn ermittelt wird, daß $K_{O_2} \leq K_{O2LH}$ ist, dann erfolgt eine Entscheidung, ob die Spannung V_S gleich V_{cc} ist oder nicht (Schritt 68). Wenn $V_S \neq V_{cc}$ ist (wenn V_{cc} die Schaltungsversorgungsspannung ist), wird ein Zeitgeber B (in der Zeichnung nicht gezeigt) in der CPU 47 zurückgesetzt und es wird ein Aufwärtszählen von Null mit Hilfe des Zählers

B eingeleitet (Schritt 69). Wenn andererseits $V_S = V_{CC}$, dann erfolgt eine Entscheidung, ob der Zählerwert T_B des Zeitgebers B größer als eine Zeit t_1 ist oder nicht (Schritt 70). Wenn $T_B \geq t_1$ ist, dann wird der Pumpstromwert I_P eingelesen und es erfolgt eine Entscheidung, ob I_P kleiner als ein unterer Grenzwert I_{PLL} ist oder nicht (Schritt 71). Wenn $I_P < I_{PLL}$ ist, dann wird dieser Zustand als eine Anzeige für eine offene Schaltung an den Verbindungsleitungen der Elektrodenpaare 17a und 17b des Sensorzellenelementes 19 interpretiert, da dann nämlich ein Zustand von $V_S = V_{CC}$ kontinuierlich aufrechterhalten wird, währenddessen ein übermäßig hoher Pumpstrom in negativer Richtung fließt, und daher wird ein "Sensorzellenelement-Schaltungsoffen"-Anzeigebefehl an die Treiberschaltung 46b abgegeben (Schritt 72). Wenn $I_P \geq I_{PLL}$ ist, dann erfolgt eine Entscheidung, ob der Regelkompensationskoeffizient K_{02} (in dem K_{02} -Berechnungsunterprogramm ermittelt) kleiner als der untere Grenzwert K_{02LL} ist oder nicht (Schritt 73). Wenn $K_{02} < K_{02LL}$ ist, dann zeigt dies, daß obgleich kein übergroßer Pumpstrom fließt, ein Zustand von $V_S = V_{CC}$ kontinuierlich aufrechterhalten wird und der Regelkompensationskoeffizient K_{02} übermäßig klein ist. Dies wird als ein Zustand einer offenen Schaltung an den Verbindungsleitungen des Elektrodenpaares 17a, 17b des Sensorzellenelementes 19 interpretiert und es wird ein "Sensorzellenelement-Schaltungsoffen"-Anzeigebefehl an die Treiberschaltung 46b abgegeben (Schritt 72).

Wenn nach dem Rücksetzen des Zeitgebers 3 ermittelt wird, daß der Zählerwert T_B nicht dem Zeitwert t_1 entspricht, oder wenn ermittelt wird, daß $K_{02} \geq K_{02LL}$ ist, dann erfolgt eine Entscheidung, ob der Pumpstromwert I_P gleich 0 (mA) ist oder nicht (Schritt 74). Wenn $I_P \neq 0$ (mA) ist, dann wird ein Zähler C (in der Zeichnung nicht gezeigt) in der CPU 47 zurückgesetzt, um ein Zählen ausgehend von Null einzuleiten (Schritt 75).

Wenn andererseits $I_P = 0$ (mA) ist, dann erfolgt eine Entscheidung, ob der Zählerwert T_C des Zeitgebers C größer als die Zeit t_2 ist oder nicht (Schritt 76). Wenn $T_C \geq t_2$ ist, dann erfolgt eine Entscheidung, ob der Regelkompensationskoeffizient K_{02} größer als der obere Grenzwert K_{02LH} ist oder nicht (Schritt 77). Wenn $K_{02} > K_{02LH}$ ist, dann wird hierdurch eine offene Schaltung an den Verbindungsleitungen des Elektrodenpaares 16a, 16b des Sauerstoffpumpelements 18 angezeigt, während das Luft/Brennstoff-Verhältnis fetter als der Sollwert des Luft/Brennstoff-Verhältnisses ist, wobei ein Zustand von $I_P = 0$ (mA) fortgesetzt aufrechterhalten wird, so daß der Regelkompensationskoeffizient K_{02} übermäßig hoch ist. Es wird daher ein "Sauerstoffpumpelement-Schaltungsoffen"-Anzeigebefehl an die Treiberschaltung 46b abgegeben (Schritt 78). Wenn $K_{02} < K_{02LH}$ ist, dann erfolgt eine Entscheidung, ob der Regelkompensationskoeffizient K_{02} kleiner als der untere Grenzwert K_{02LL} ist oder nicht (Schritt 79). Wenn $K_{02} < K_{02LL}$ ist, dann wird dies als eine Anzeige interpretiert, daß ein Zustand von $I_P = 0$ (mA) kontinuierlich aufrechterhalten wird, während der Regelkompensationskoeffizient K_{02} infolge einer offenen Schaltung in den Verbindungsleitungen der Anschlußleitungen 16a, 16b des Sauerstoffpumpelements 18 übermäßig klein ist, so daß das Luft/Brennstoff-Verhältnis magerer als der Sollwert für das Luft/Brennstoff-Verhältnis ist. Daher wird ein "Sauerstoffpumpelement-Schaltungsoffen"-Anzeigebefehl an die Treiberschaltung 46b abgegeben (Schritt 78).

Wenn nach dem Rücksetzen des Zeitgebers C ermit-

telt wird, daß der Zählerwert T_C nicht dem Zeitwert t_2 entspricht, oder wenn ermittelt wird, daß $K_{02} \geq K_{02LL}$ ist, dann erfolgt eine Entscheidung, ob der Regelkompensationskoeffizient K_{02} größer als der obere Grenzwert K_{02LH} ist oder nicht (Schritt 80). Wenn $K_{02} \leq K_{02LH}$ ist, dann werden die Zeitgeber D und E (von denen in der Zeichnung keiner gezeigt ist) in der CPU 47 jeweils zurückgesetzt und es wird ein Zählvorgang ausgehend von Null eingeleitet (Schritte 81, 82). Wenn andererseits $K_{02} > K_{02LH}$ ist, dann erfolgt eine Entscheidung, ob der Zählerwert T_D des Zeitgebers D größer als ein Zeitintervall t_3 ist oder nicht (Schritt 83). Wenn $T_D < t_3$ ist, dann wird der Zeitgeber D zurückgesetzt und es wird ein Aufwärtszählen des Zählers E ausgehend von Null eingeleitet (Schritt 82). Da dann, wenn $T_D \geq t_3$ ist, dies ungewöhnlich für einen Arbeitszustand ist, in dem das Luft/Brennstoff-Verhältnis übermäßig mager ist, um dies fortgesetzt länger als eine Zeit t_3 zuzuführen, erfolgt eine Entscheidung, ob die Spannung V_S am Elektrodenpaar 17a und 17b des Sensorzellenelementes 19 niedriger als 0,4 (V) ist oder nicht (Schritt 84). Wenn $V_S < 0,4$ (V) ist, zeigt dies an, daß das Luft/Brennstoff-Verhältnis als Folge des Werts von V_S mager ist. Der Zähler E wird dann zurückgesetzt, und es wird eine Zählung ausgehend von Null mit Hilfe des Zählers E eingeleitet (Schritt 85). Dann werden die Brennkraftmaschinendrehzahl N_e und der Absolutdruck P_{BA} in der Einlaßleitung eingelesen und es wird eine Entscheidung herbeigeführt, ob die Drehzahl N_e größer als 3000 (Upm) ist oder nicht. Zusätzlich erfolgt eine Entscheidung, ob der Absolutdruck P_{BA} in der Einlaßleitung größer als 660 (mm Hg) ist oder nicht (Schritte 86, 87) und es erfolgt eine Entscheidung, ob der Sollwert des Luft/Brennstoff-Verhältnisses L_{ref} auf einen Wert kleiner als 14,7 gesetzt ist oder nicht (Schritt 88). Der Soll-Wert für das Luft/Brennstoff-Verhältnis kann nach Maßgabe der Brennkraftmaschinenbetriebsbedingungen bestimmt werden, die die Brennkraftmaschinenbelastung wiedergeben, wie N_e und P_{BA} , indem eine Datenliste ausgelesen wird. Wenn wenigstens eine der vorbestimmten Bedingungen $N_e \geq 3000$ (Upm), $P_{BA} \geq 660$ (mm Hg) und $L_{ref} \leq 14,7$ erfüllt ist, dann wird dies als eine Anzeige dafür genommen, daß die Brennkraftmaschine unter einem hohen Belastungszustand mit einem fetten Luft/Brennstoff-Verhältnis arbeitet. In diesem Fall erfolgt eine Entscheidung, ob der Pumpstrom I_P höher als der obere Grenzwert I_{PLH} ist oder nicht (Schritt 89). Wenn $I_P > I_{PLH}$ ist, dann zeigt dies, daß ein übergroßer Pumpstrom in positiver Richtung trotz der Tatsache fließt, daß das Luft/Brennstoff-Verhältnis fett ist und daher wird dies als eine Anzeige dafür genommen, daß Gas vom Abgas in die Atmosphärenbezugschammer 50 beispielsweise infolge eines Risses in dem sauerstoffionenleitenden Feststoffelektrolytelement 11 ausgetreten ist, so daß die Spannung V_S niedriger als 0,4 (V) ist. Dies ist ein "Fettabnormalitäts"-Detektionszustand und es wird ein "Fettabnormalitätsdetektions"-Anzeigebefehl an die Treiberschaltung 46b abgegeben (Schritt 90). Wenn alle die Bedingungen $N_e \geq 3000$ (Upm), $P_{BA} \geq 660$ (mm Hg) und $L_{ref} \leq 14,7$ nicht erfüllt sind, dann erfolgt eine Entscheidung, ob der Pumpstrom I_P größer als der untere Grenzwert I_{PLL} ist oder nicht (Schritt 91). Wenn $I_P > I_{PLL}$ ist, dann zeigt dies an, daß, obgleich der Regelkompensationskoeffizient K_{02} kontinuierlich höher als der obere Grenzwert K_{02LH} gehalten wird, um einen Zustand des mageren Luft/Brennstoff-Verhältnisses zu kompensieren und das Luft/Brennstoff-Verhältnis hierdurch fetter zu machen,

ein übergroßer Pumpstrom in positiver Richtung fließt. Dies wird als Anzeige dafür genommen, daß ein Kurzschluß an dem Elektrodenpaar 16a, 16b des Sauerstoffpumpelements 18 vorhanden ist, und daher wird ein "Sauerstoffpumpelement-Kurzschluß"-Anzeigebefehl an die Treiberschaltung 46b abgegeben (Schritt 92). Der Sollwert für das Luft/Brennstoff-Verhältnis L_{ref} wird nach Maßgabe der Brennkraftmaschinendrehzahl N_e und des Absolutdruckes P_{BA} in der Einlaßleitung synchron mit dem TDC-Signal während eines Unterprogramms des Brennstoffversorgungsprogramms gesetzt.

Wenn im Schritt 84 ermittelt wird, daß $V_S \geq 0,4$ (V) ist, dann wird dieser Wert von V_S als eine Anzeige dafür genommen, daß das Luft/Brennstoff-Verhältnis fett ist. Da es somit unüblich ist, daß der Regelkompensationskoeffizient K_{O_2} den oberen Grenzwert $K_{O_{2LH}}$ überschreitet, erfolgt eine Entscheidung, ob der Zählerwert T_E des Zeitgebers E größer als ein Zeitintervall t_4 ist oder nicht (Schritt 93). Wenn $T_E > t_4$ ist, dann wird dies als eine Anzeige dafür genommen, daß eine offene Schaltung an den Verbindungsleitungen des Heizelements 20 oder in dem Heizelement selbst vorhanden ist und es wird ein "Heizelement-Schaltungsoffen"-Anzeigebefehl an die Treiberschaltung 46b abgegeben (Schritt 94).

Nach dem Rücksetzen des Zeitgebers E oder nach dem im Schritt 82 ermittelt wird, daß der Zählerwert T_E nicht die Zeit t_4 erreicht hat, erfolgt eine Entscheidung, ob der Regelkompensationskoeffizient K_{O_2} kleiner als der untere Grenzwert $K_{O_{2LL}}$ ist oder nicht (Schritt 95). Wenn $K_{O_2} \geq K_{O_{2LL}}$ ist, dann wird ein Zeitgeber F (in der Zeichnung nicht gezeigt) in der CPU 47 zurückgesetzt und es wird eine Zählung ausgehend von Null begonnen (Schritt 96). Wenn $K_{O_2} < K_{O_{2LL}}$ ist, dann erfolgt eine Entscheidung, ob der Zählerwert T_F des Zeitgebers F größer als das Zeitintervall t_5 ist oder nicht (Schritt 97). Wenn $T_F \geq t_5$ ist, dann erfolgt eine Entscheidung, ob die Spannung V_S am Elektrodenpaar 17a, 17b des Sensorzellenelements 19 größer als 0,4 (V) ist oder nicht (Schritt 98). Wenn $V_S \leq 0,4$ (V) ist, und ein solcher Wert von V_S anzeigt, daß das Luft/Brennstoff-Verhältnis im mageren Bereich und ferner ungewöhnlich für den Regelkompensationskoeffizienten K_{O_2} ist, daß er unter den unteren Grenzwert $K_{O_{2LL}}$ abfällt, wird dies als eine Anzeige für einen Zustand genommen, bei dem eine offene Schaltung an den Verbindungsleitungen des Heizelements 20 oder in dem Heizelement 20 selbst vorhanden ist, und es wird ein "Heizelement-Schaltungsoffen"-Anzeigebefehl an die Treiberschaltung 46b abgegeben (Schritt 94). Wenn andererseits $V_S > 0,4$ (V) ist, erfolgt eine Entscheidung, ob der Pumpstrom I_P kleiner als der untere Grenzwert I_{PLL} ist oder nicht (Schritt 99). Wenn $I_P < I_{PLL}$ ist, dann zeigt dies an, daß trotz der Tatsache, daß der Regelkompensationskoeffizient K_{O_2} kontinuierlich unter dem unteren Grenzwert $K_{O_{2LL}}$ konstant gehalten ist, um eine Kompensation für ein fettes Luft/Brennstoff-Verhältnis zu schaffen, so daß das Luft/Brennstoff-Verhältnis abgemagert wird, ein übergroßer Pumpstrom in negativer Richtung fließt. Dies wird als eine Anzeige dafür genommen, daß ein Kurzschluß am Elektrodenpaar 16a und 16b des Sauerstoffpumpelements 18 vorhanden ist und daher wird ein "Sauerstoffpumpelement-Kurzschluß"-Anzeigebefehl an die Treiberschaltung 46b abgegeben (Schritt 92).

Wenn ein "Sensorzellenelement-Kurzschluß"-Anzeigebefehl, ein "Sensorzellenelement-Schaltungsoffen"-Anzeigebefehl oder ein "Heizelement-Schaltungsoffen"-Anzeigebefehl ausgegeben wurden, dann wird der

Regelkompensationskoeffizient K_{O_2} gleich 1 gemacht, um die Luft/Brennstoff-Verhältnis-Steuerung zu stoppen (Schritt 100). Wenn ein "Sauerstoffpumpelement-Kurzschluß"-Anzeigebefehl oder ein "Sauerstoffpumpelement-Schaltungsoffen"-Anzeigebefehl ausgegeben wird, dann wird das Arbeiten unter der Annahme normal fortgesetzt, daß das Sensorzellenelement 19 normal arbeitet, es erfolgt dann eine Verarbeitung, um den Regelkompensationskoeffizienten auf der Basis der Ermittlung des Luft/Brennstoff-Verhältnisses nach Maßgabe des Spannungswertes V_S zu ermitteln, der sich am Elektrodenpaar 17a und 17b des Sensorzellenelements 19 einstellt (Schritt 101).

Wenn die Treiberschaltung 46b mit irgendeinem anderen der vorstehend beschriebenen Anzeigebefehle versorgt wird, wird ein bestimmtes Anzeigemuster an einer Anzeigeeinheit 38 nach Maßgabe des Inhaltes des Befehls erzeugt.

Jeder der Zeitgeber A bis F kann dadurch verwirklicht werden, daß Taktimpulse zugeführt werden, um die Inhalte der Register in der CPU 47 zu verändern.

Bei der vorstehend beschriebenen Ausführungsform wird die Brennstoffzufuhrmenge nach Maßgabe eines Pumpstromwertes I_P gesteuert.

Die Ausführungsform ist in gleicher Weise auch bei einem Abnormalitätsdetektions-Verfahren für einen Sauerstoffkonzentrationssensor einer Luft/Brennstoff-Verhältnis-Steuereinrichtung geeignet, bei der eine Hilfsluftzuführung erfolgt, wobei die zugeführte Hilfsluftmenge nach Maßgabe des Pumpenstromes I_P steuerbar ist.

Ferner wird die Einführungsöffnung 14 als eine Gasdiffusionssteuereinrichtung genutzt. Jedoch ist es auch möglich, ein poröses Material, wie Aluminiumoxid (Al_2O_3) zu verwenden, das einen porösen Körper bildet, der eine Einführungsöffnung oder eine Gasaufnahmekammer bildet.

Bei diesem Verfahren kann somit eine Abnormalität des Sauerstoffkonzentrationssensors zuverlässig basierend auf dem Pegel der Spannung, die sich am Elektrodenpaar des Sensorzellenelements einstellt und wenigstens einer der folgenden Parameter festgestellt werden:

dem Brennkraftmaschinenbetriebszustand, dem Pegel des Pumpstroms, der zwischen dem Elektrodenpaar des Sauerstoffpumpelements fließt, dem Luft/Brennstoff-Verhältniskompensationswert, mittels welchem das Luft/Brennstoff-Verhältnis des der Brennkraftmaschine zuzuführenden Gemisches derart gesteuert wird, daß das Verhältnis konstant auf einem Soll-Wert für das Luft/Brennstoff-Verhältnis bleibt.

Wenn bei diesem Verfahren eine Abnormalität detektiert wird, kann die Luft/Brennstoff-Verhältnissteuerung in Abhängigkeit von dem Ausgang von dem Sauerstoffkonzentrationssensor sofort gestoppt werden, wodurch vermieden werden kann, daß die Brennkraftmaschine mit reduzierter Steuergenauigkeit des der Brennkraftmaschine zuzuführenden Gemisches betrieben wird. Auf diese Weise kann eine Absenkung des Wirkungsgrades der Abgasreinigungseinrichtung der Brennkraftmaschine wirksamer vermieden werden.

Patentansprüche

1. Abnormalitätsdetektionsverfahren für einen Sauerstoffkonzentrationssensor einer Luft/Brenn-

stoff-Verhältnissteuereinrichtung einer Brennkraftmaschine, wobei der Sensor erste und zweite Elektrodenpaare aufweist, die wechselseitig einander paarweise gegenüberliegend unter Zwischenlage eines Sauerstoffionen-leitenden Feststoffelektrolytteils angeordnet sind, der ferner eine Gasdiffusionssteuereinrichtung aufweist, welche ein Abgas einer Brennkraftmaschine zu der Nähe einer Elektrode jedes der beiden Elektrodenpaare lenkt, eine Spannungsanlegeeinrichtung aufweist, die eine Pumpspannung, die nach Maßgabe einer Spannungsdifferenz zwischen einer Sensorspannung zwischen dem ersten Elektrodenpaar und einer Bezugsspannung bestimmt ist, an das zweite Elektrodenpaar anlegt, um die Sensorspannung auf der Bezugsspannung zu halten, wobei die Spannungsanlegeeinrichtung hierbei einen Ausgang liefert, der einen Sauerstoffkonzentrationssensorwert, einen Wert des zwischen dem zweiten Elektrodenpaar fließenden Pumpstroms, wiedergibt, bei welchem Verfahren ferner eine Einrichtung zum Ermitteln eines Luft/Brennstoff-Verhältniskompensationswertes nach Maßgabe des Sauerstoffkonzentrationssensorwertes zur Steuerung eines Luft/Brennstoff-Verhältnisses eines einer Brennkraftmaschine zuzuführenden Gemisches derart vorgesehen ist, daß das Luft/Brennstoff-Verhältnis auf einem Soll-Wert für das Luft/Brennstoff-Verhältnis bleibt, das nach Maßgabe der Brennkraftmaschinenbetriebsbedingungen bestimmt wird, und bei dem ferner eine Treibereinrichtung zum Treiben einer Luft/Brennstoff-Verhältnissteuereinrichtung der Brennkraftmaschine nach Maßgabe eines korrigierten Luft/Brennstoff-Verhältnissteuerwertes vorgesehen ist, den man dadurch erhält, daß eine Kompensation zu einem Grundluft/Brennstoff-Verhältnissteuerwert nach Maßgabe des Luft/Brennstoff-Verhältniskompensationswertes vorgenommen wird, dadurch gekennzeichnet, daß eine Abnormalität des Sauerstoffkonzentrationssensors beim Erreichen der folgenden Zustände (a) und (b) festgestellt wird:

- (a) die Sensorspannung (V_s) niedriger als die Bezugsspannung und/oder die Pumpspannung (V_p) größer als ein kritischer Wert (I_{PLH}) ist, und
- (b) der Luft/Brennstoff-Verhältniskompensationswert (K_{O_2}) einen kritischen Wert (K_{O_2LH}) überschreitet und/oder ein fetter Zustand auftritt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der fette Zustand festgestellt wird, wenn das Ansaugluft/Brennstoff-Verhältnis kleiner als ein Luft/Brennstoff-Verhältnis ist, das der Bezugsspannung entspricht.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der fette Zustand festgestellt wird, wenn der Soll-Wert für das Luft/Brennstoff-Verhältnis kleiner als das stöchiometrische Luft/Brennstoff-Verhältnis ist.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der fette Zustand festgestellt wird, wenn die Brennkraftmaschinendrehzahl größer als ein Bezugswert ist.
5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der fette Zustand festgestellt wird, wenn der Absolutdruck in der Ansaughauptleitung stromab der Drosselklappe größer als ein Bezugs-

wert ist.

6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Bezugsgasbereich zusammen mit dem Gasdiffusionssteuerbereich zwischen dem Sensorzellenelement angeordnet ist.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

FIG. 3

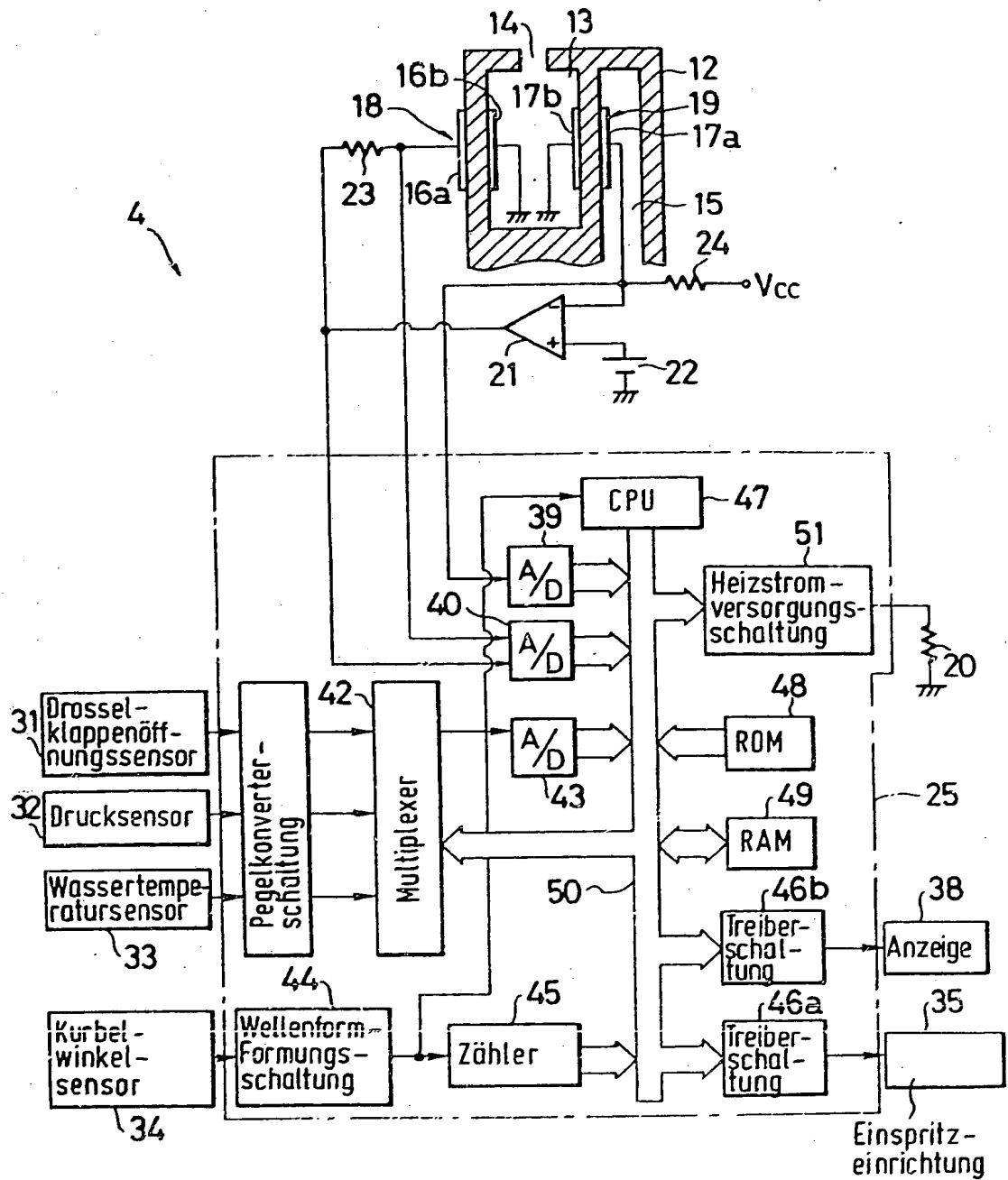
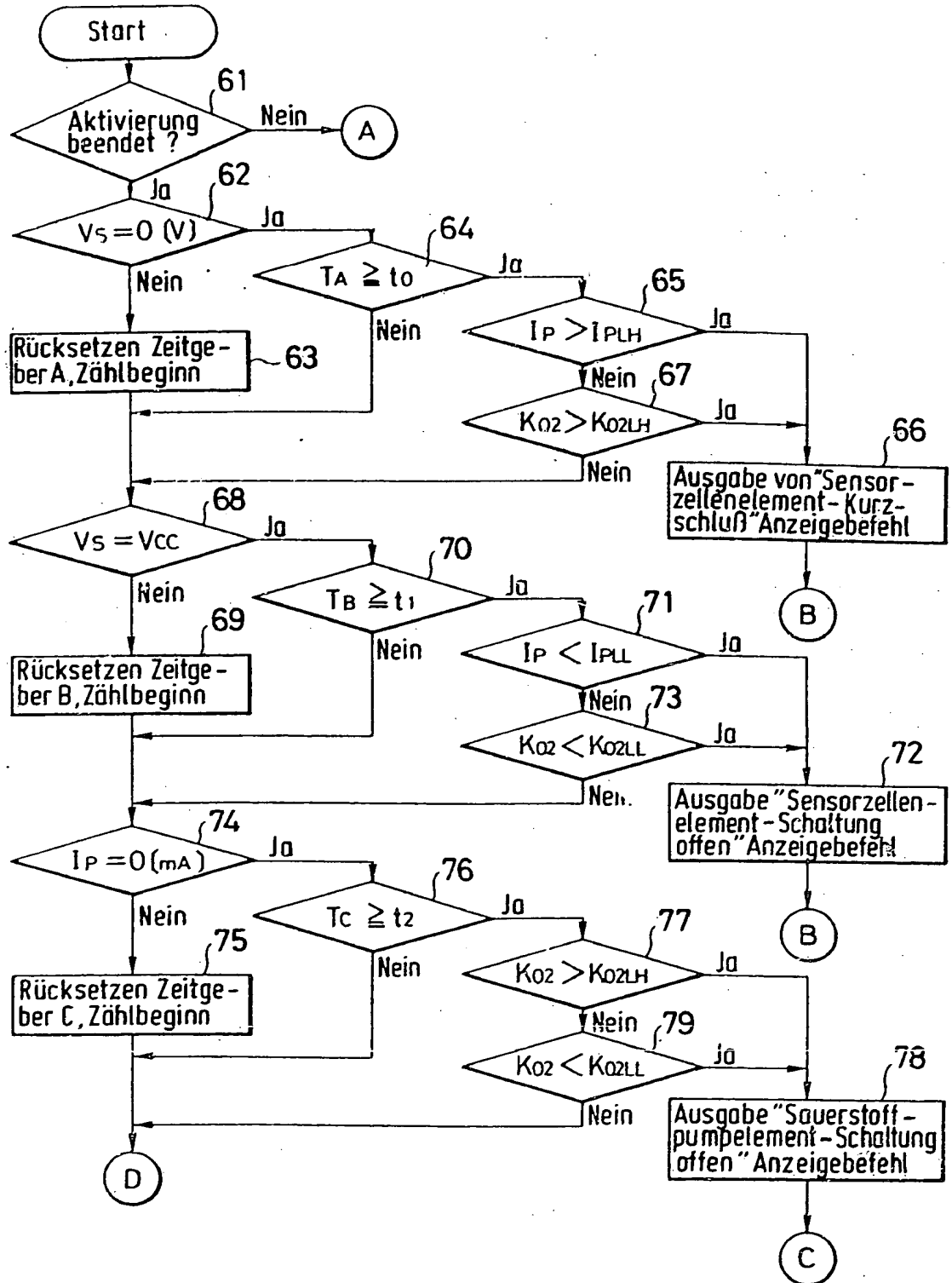


FIG.4a



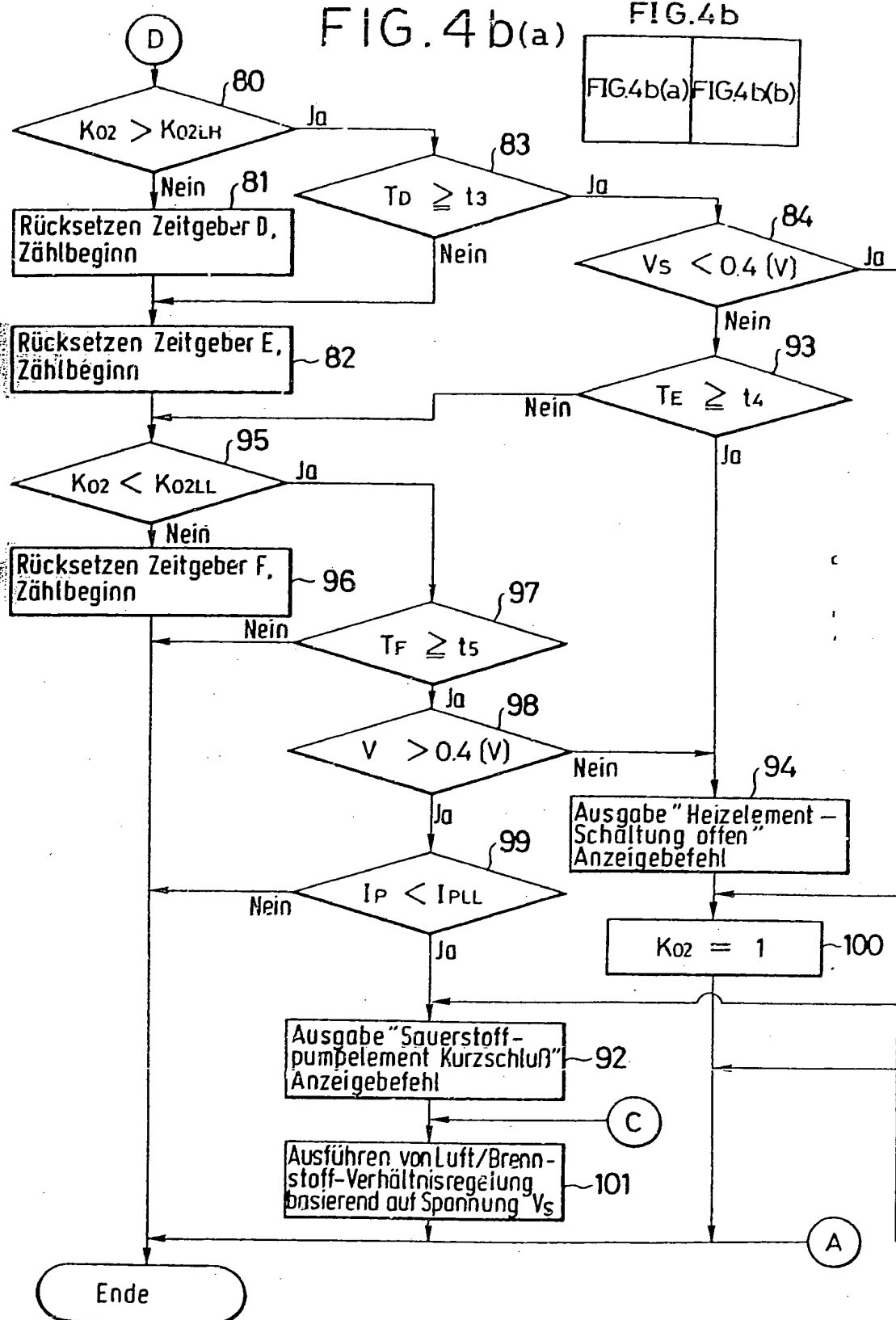
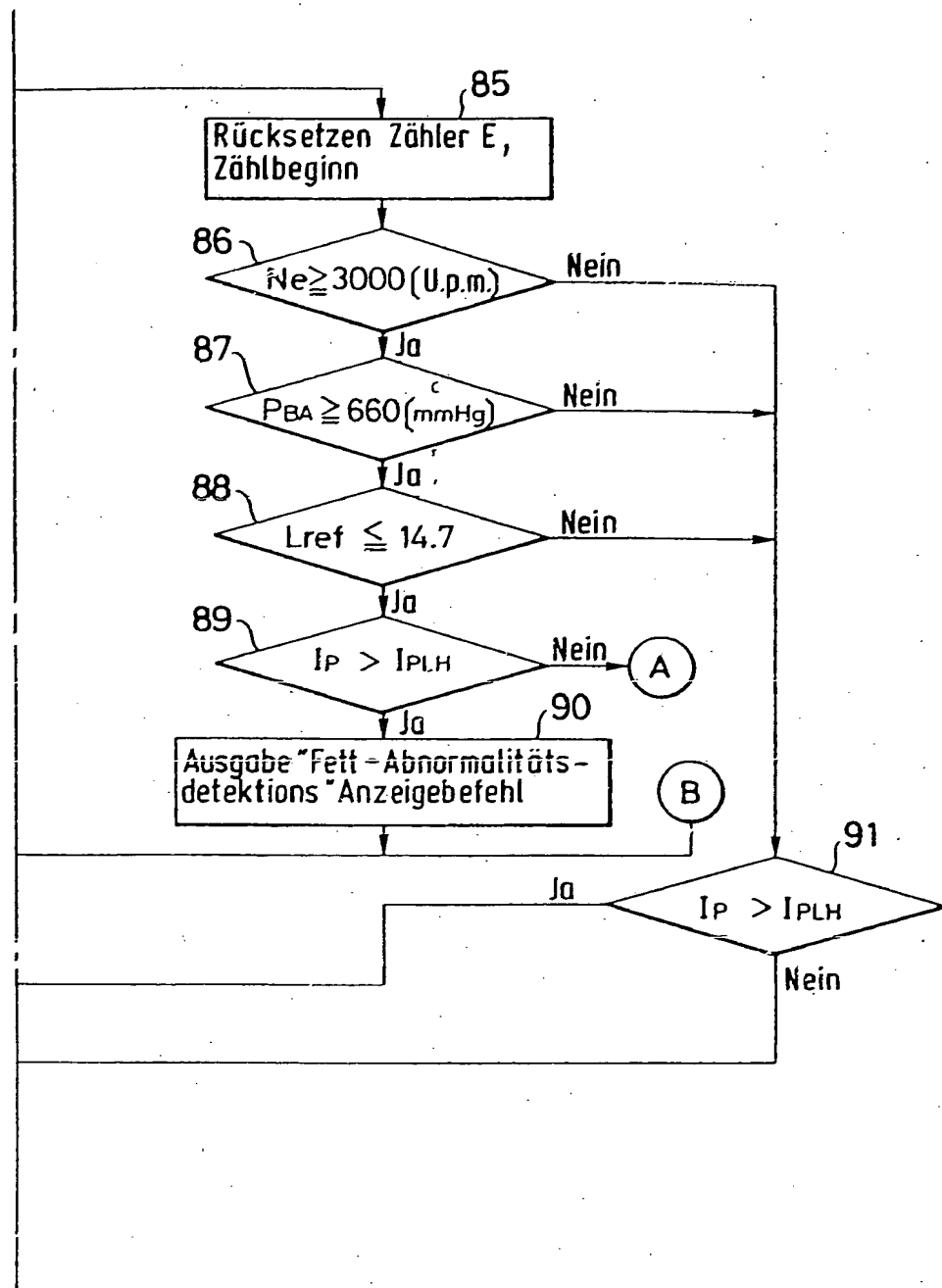


FIG. 4b(b)



This Page Blank (uspto)

This Page Blank (uspto)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

This Page Blank (uspto)